

CUSTOMER NO. 27123

Docket No. 1232-5256

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Takahiro MATSUMOTO

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/762,599

Examiner: TBA

Filed: January 21, 2004

For: ALIGNMENT METHOD AND APPARATUS AND EXPOSURE APPARATUS

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

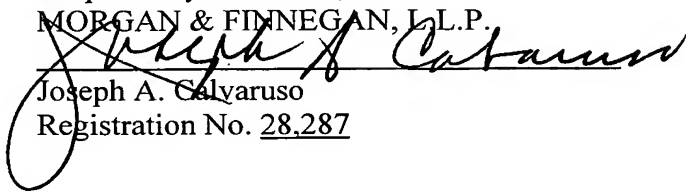
In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha
Serial No(s): 2003-014025
Filing Date(s): January 22, 2003

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Dated: February 11, 2004

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
By: 
Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287



Docket No. 1232-5256

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): Takahiro MATSUMOTO

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/762,599

Examiner: TBA

Filed: January 21, 2004

For: ALIGNMENT METHOD AND APPARATUS AND EXPOSURE APPARATUS

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

1. Claim to Convention Priority w/ document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: February 12, 2004

By: _____

Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 3 年 1 月 2 2 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 3 - 0 1 4 0 2 5
Application Number:

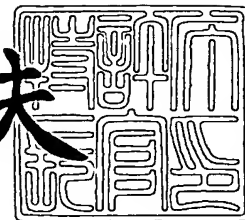
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 3 - 0 1 4 0 2 5]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 4 年 1 月 1 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



【書類名】 特許願

【整理番号】 251191

【提出日】 平成15年 1月22日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01L 21/027
G03F 7/20

【発明の名称】 アライメント方法及び装置並びに露光装置

【請求項の数】 1

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社
社内

 【氏名】 松本 隆宏

【特許出願人】

 【識別番号】 000001007

 【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100110412

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 藤元 亮輔

 【電話番号】 03-3523-1227

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 062488

 【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

 【物件名】 明細書 1

 【物件名】 図面 1

 【物件名】 要約書 1

 【包括委任状番号】 0010562

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 アライメント方法及び装置並びに露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 複数のショットを有する被露光体をレチクルに対してアライメントする方法において、

第 1 の数の前記ショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第 1 の検出ステップと、

前記第 1 の検出ステップの検出結果に基づいて、所定のアライメント精度を満足するために第 2 の数を決定する決定ステップと、

前記第 2 の数のショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第 2 の検出ステップと、

前記第 2 の検出ステップの検出結果に基づいて前記被露光体を前記レチクルに対してアライメントするアライメントステップとを有することを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、一般には、位置検出方法及び装置に係り、特に、半導体露光装置に実装されるアライメント装置や、そのアライメント精度の評価やオフセットの算出に用いられる重ね合わせ検査装置に関する。本発明は、例えば、複数のショット領域と、各ショット領域に対応したアライメントマークとを有するウエハをグローバルアライメントする際に使用する位置検出方法及び装置に好適である。

【0002】

【従来の技術】

近年の回路の微細化及び高密度化の要請から、半導体デバイスを製造するための投影露光装置には、マスク又はレチクル（本出願では両者を交換可能に使用する。）上に描画された回路パターンをウエハにより高い解像力で投影露光することが要求されている。また、露光装置には、露光処理の容易化も要求されており、例えば、焦点深度を大きくして露光を容易にするために、CMP（Chemical Mechanical Polishing）

cal Mechanical Polishing) プロセス等の平坦化技術も導入されている。

【0003】

露光に重要なパラメータの一つとして、ウエハにパターンを幾つか重ね合わせ際の精度である重ね合わせ精度がある。所望の重ね合わせ精度を得るためには、レチクルとウエハとを高精度にアライメントする必要がある、回路パターンの微細化に伴ってアライメント精度は益々厳しくなっている。アライメントに必要な精度は、典型的には、回路線幅の $1/3$ 程度であり、例えば、現状の 180 nm デザインにおける必要精度はその $1/3$ の 60 nm である。

【0004】

ウエハの各ショットとレチクルとのアライメントは、レチクル上の回路パターンと同時にウエハに露光転写された各ショットに対応したアライメントマークの位置を光学的に検出し、かかる検出結果に基づいてウエハをレチクルに対して位置決めすることにより行われる。

【0005】

通常はグローバルアライメントが行なわれる。このグローバルアライメントとは、ウエハ内の複数のサンプルショットの位置座標を計測し、その計測値を統計処理し、ウエハのシフト、倍率、ローテーション誤差を算出し、この誤差を考慮してウエハの座標系を補正した後、各ショットへのステップ移動を行う、というものである。また、最近では、グローバルアライメントを発展させたアドバンストグローバルアライメント (AGA: Advanced Global Alignment) が行なわれており、このAGAは、レーザー干渉計付のXYステージ精度頼りでウエハの位置計測を行うグローバルアライメントのことで、ウエハ倍率、ウエハ回転、シフト量を求めるとともに、異常値はね等の統計処理を行うものである。

【0006】

アライメントマークの検出手段としては、顕微鏡によりアライメントマークを拡大して撮像し、マーク像の位置を検出する方法や、回折格子をアライメントマークとして用いて、その回折光を干渉させた干渉信号の位相を検出して、回折格

子の位置の検出する方法等がある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

重ね合わせ精度の向上は、半導体素子の性能と製造の歩留まりの向上に必要である。しかし、CMP プロセスなど特殊な半導体製造技術の導入により、ウエハ間やショット間でアライメントマークの形状にばらつきが発生し、アライメント精度が劣化するという問題が発生し得る。これは、回路パターンの微細化に伴い、回路パターンとアライメントマークの線幅の差が大きくなり、成膜、エッチング、CMP などのプロセス条件が微細な回路パターン（線幅 $0.1 - 0.15 \mu\text{m}$ ）に最適化され、線幅の大きなアライメントマーク（線幅 $0.6 - 4.0 \mu\text{m}$ ）に対しては最適化されないためである。

【0008】

更に今後は、回路パターンの微細化が進むと共に、新たな半導体プロセスの導入や、ウエハ径の 300mm 化などにより、回路パターンとアライメントマークの双方をウエハ全面で欠陥無く製造することがますます困難になると予想される。また、メタル層においては、メタルグレインの影響でアライメント信号の S/N が劣化し、アライメント精度が低下するという問題も発生する。

【0009】

例えば、各アライメントマークが等間隔に設計された4つのマーク要素からなる場合、アライメント精度の低下は3つのマーク要素間隔が異なって検出されることに相当する。従来のグローバルアライメントは、アライメントマークの検出結果にばらつきがある場合に、所定のアライメントマーク精度を確保する方法が提案されていなかった。一方、グローバルアライメントにおいて、アライメントマークの検出情報をウエハ上の全ショットについて得れば、より信頼性の高い統計学的計算を行うことができるが、それでは、スループットが低下してコストアップを招く。

【0010】

そこで、本発明は、アライメントマークの検出結果にばらつきがある場合でも、必要なアライメント精度とスループットの両立を可能にするアライメント装置

及び方法、並びに、露光装置を提供することを例示的な目的とする。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明の一側面としての露光方法は、複数のショットを有する被露光体をレチクルに対してアライメントする方法において、第1の数の前記ショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第1の検出ステップと、前記第1の検出ステップの検出結果に基づいて、所定のアライメント精度を満足するために前記ショットの全数よりも小さい第2の数を決定する決定ステップと、前記第2の数のショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第2の検出ステップと、前記第2の検出ステップの検出結果に基づいて前記被露光体を前記レチクルに対してアライメントするアライメントステップとを有することを特徴とする

【0012】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図2は本発明の半導体露光装置1の要部の概略ブロック図である。露光装置1は、あるパターン（回路パターン等）の描画されたレチクル10を縮小投影する投影光学系11と、前工程で下地パターンおよびアライメントマークの形成されたウエハ12を保持するウエハチャック13とウエハ12を所定の位置に位置決めするウエハステージ14と、ウエハ12上のアライメントマーク30の位置を計測するアライメント光学系15等から構成されている。なお、図2においては、光源や光源からの光でレチクル10を照明する照明光学系は省略されている。

【0013】

まず、アライメントマークの検出原理について説明する。図3はアライメント光学系15の主要な構成要素を示す光路図である。光源18からの照明光は、ビームスプリッタ19で反射し、レンズ20を通り、ウエハ12上のアライメントマーク30を照明する。アライメントマーク30からの光（反射光、回折光）はレンズ20、ビームスプリッタ19、レンズ21を通り、ビームスプリッタ22で分割され、それぞれCCDセンサー23及び24で受光させる。ここで、アライメントマーク30は、レンズ20及び21により100倍程度の結像倍率で拡

大され、CCDセンサー23及び24に結像される。CCDセンサー23及び24はそれぞれ、アライメントマーク30のX方向のずれ計測用、アライメントマーク30のY方向のずれ計測用になっており、光軸に対して90度回転させて設置されている。なお、CCDセンサーとしてラインセンサーを使用してもよく、この場合、計測方向と垂直方向にのみにパワーを持つシリンドリカルレンズにより、計測方向と垂直方向に集光して光学的に積分し、平均化するのが好ましい。X/Y方向の計測原理は同じなので、X方向の位置計測について説明する。

【0014】

アライメントマーク30は各ショットのスクライブライン上に配置されており、アライメントマーク30は、例えば、図4又は図5に示す形状のアライメントマーク30A及び30Bを使用することができる。なお、参照番号30は、参照番号30A及び30Bを総括するものとする。ここで、図4(a)及び図4(b)は、アライメントマーク30Aの平面図及び断面図であり、図5(a)及び図5(b)は、アライメントマーク30Bの平面図及び断面図である。図4及び図5において、アライメントマーク30A及び30Bは等間隔で配置された4つのマーク要素31A及び31Bを含んでいる。

【0015】

図4において、アライメントマーク30Aは、計測方向であるX方向に $4\mu\text{m}$ 、非計測方向であるY方向に $20\mu\text{m}$ の矩形のマーク要素31AをX方向に $20\mu\text{m}$ ピッチで4本並べている。断面構造は凹形状をしている。なお実際は、そのマーク上にレジストが塗布されているが、図には示していない。図5において、アライメントマーク30Bは、図4に示すマーク要素31Aの輪郭部分を $0.6\mu\text{m}$ の線幅で置き換えた形状をしている。

【0016】

図4及び図5のどちらのアライメントマーク30A及び30Bを用いても、アライメント光学系15のレンズのNAに入らない大きな角度でエッジ部での散乱光の発生や、エッジ部での散乱光での干渉により、CCDセンサー23で撮像された像は、図6のようになるのが一般的である。アライメントマーク30Aはその輪郭部が暗く、アライメントマーク30Bは凹部が暗く又は明るくなる。これ

は、明視野画像で多く観察される像であり、その特徴と言える。

【0017】

さて、このように撮像されたアライメントマーク30の画像はアライメント信号処理手段16を用いて以下のように処理される。本実施形態で用いるアライメントマーク位置の算出には、テンプレートマッチング法を用いている。テンプレートマッチングは、図7（b）に示す取得した信号Sと、図7（a）に示す予め装置で持っているテンプレートTとの相関演算で、最も相関の高い位置を位置合わせマークの中心として検出する。図7（c）に示す相関値の関数Eにおいて、ピーク画素から左右に数画素の領域の重心画素位置を求めることにより、1/10から1/50画素の分解能を達成できる。テンプレートマッチングは次式で表される。

【0018】

【数1】

$$E(X) = \frac{1}{\sum_{J=-k}^k [S(X+J) - T(J)]^2}$$

【0019】

ここで、Sはセンサーで取得した信号、Tはテンプレート、Eは相関結果である。信号S、テンプレートT、相関値Eの関係を図示すると、図7のようになる。図7では4本のマーク要素31の内、1本のマーク像についての処理方法を示している。ここでは、相関値E（X）が最大となるXをマーク像の位置としている。以下同様に他の3本のアライメントマーク像についても、テンプレートマッチングにより、各マーク像のセンサー上での位置を検出する。テンプレートマッチングにより、マーク像の位置X1（i）、X2（i）、X3（i）、X4（i）を求める（単位は画素）。ここでiはショット番号である。その後各マークの平均位置を次式によって求める。

【0020】

【数2】

$$X_a(i) = [X_1(i) + X_2(i) + X_3(i) + X_4(i)] / 4$$

【0021】

各テンプレートで得られたウエハ12上のアライメントマーク30の位置ずれ $X_w(n)$ は、アライメントスコープ15の結像倍率をM、エリアセンサー23のアライメント計測方向の画素ピッチを P_x とすれば、次式で求められる。

【0022】

【数3】

$$X_w(i) = X_a(i) / (P_x \cdot M)$$

【0023】

本実施形態で示した信号処理方式の他の方法としては、スライス法や微分信号を用いた最大スロープ位置を求める方法や、折り返し対称処理法など公知の信号処理法を用いて、アライメントマーク像の位置を検出する方法を用いることもできる。

【0024】

続いて、アライメントマーク30の位置計測値をもとにして、ウエハ12のアライメントを行う方法を述べる。本実施形態はAGAを適用している。本実施形態のAGAは、ウエハ上の全ショット（チップ）のうち、数ショットを選択して（選択したショットを「サンプルショット」と呼ぶ）、そのショット内にあるアライメントマークの位置を検出して行われる。

【0025】

図8は、露光装置1のウエハステージ14のx-y座標系に対して、ウエハ12上のショット配列がずれている様子を示している。ウエハ12のずれとしては、x方向のシフト S_x とy方向のシフト S_y とx軸に対する傾き θ_x とy軸に関する傾き θ_y と、x方向の倍率 B_x 、y方向の倍率 B_y の6つのパラメータで記述

することができる。なお、 B_x 、 B_y は露光装置1のウエハステージ送りを基準に、ウエハ12の伸縮を表し、半導体プロセスの成膜やエッチングにより引き起こされる。

【0026】

ここで、上述の方法により計測したAGAの各サンプルショットの計測値 A_i (i は計測ショット番号)を次式により定義する。

【0027】

【数4】

$$A_i = \begin{bmatrix} x_i \\ y_i \end{bmatrix}$$

【0028】

また、サンプルショットのアライメントマーク30の設計位置座標を D_i として次式により記述する。

【0029】

【数5】

$$D_i = \begin{bmatrix} X_i \\ Y_i \end{bmatrix}$$

【0030】

AGAでは、先に示したウエハの位置ずれを表す6つのパラメータ (S_x 、 S_y 、 θ_x 、 θ_y 、 B_x 、 B_y)を用いて、以下の1次の座標変換 D'_i を行う。

【0031】

【数6】

$$D'i = \begin{pmatrix} Bx & -\theta y \\ \theta x & By \end{pmatrix} Di + \begin{pmatrix} Sx \\ Sy \end{pmatrix}$$

【0032】

数式6では、簡単のため θx 、 θy は微小量($\doteq 0$)、 Bx 、 By は $Bx = By \doteq 1$ であるため、 $\cos \theta = 1$ 、 $\sin \theta = \theta$ 、 $\theta x * Bx = \theta x$ 、 $\theta y * By = \theta y$ 等の近似を用いた。

【0033】

図9は、数式6の1次の座標変換を行う様子を示している。Wで示す位置にウエハ12上のアライメントマーク30があり、設計上の位置であるMの位置から Ai だけずれており、座標変換 $D'i$ を行うとウエハ12上のアライメントマーク30の位置ずれ(残差)は Ri になる。

【0034】

【数7】

$$Ri = (Di + Ai) - D'i'$$

【0035】

AGAでは各サンプルショットでの残差 Ri が最小になるように最小2乗法を適用している。すなわち、残差 Ri の平均2乗和を最小とする(Sx 、 Sy 、 θx 、 θy 、 Bx 、 By)を算出する。

【0036】

【数 8】

$$V = \frac{1}{n} \sum |R_i|^2 = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n \left\| \begin{pmatrix} x_i \\ y_i \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} B_x - 1 & -\theta_y \\ \theta_x & B_y - 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} X_i \\ Y_i \end{pmatrix} - \begin{pmatrix} S_x \\ S_y \end{pmatrix} \right\|^2$$

【0037】

【数 9】

$$\begin{pmatrix} \delta V / \delta S_x \\ \delta V / \delta S_y \\ \delta V / \delta R_x \\ \delta V / \delta R_y \\ \delta V / \delta B_x \\ \delta V / \delta B_y \end{pmatrix} = 0$$

【0038】

数式 8 及び 9 に、各サンプルショットでの計測値 (x_i , y_i) 及びアライメントマーク設計位置 (X_i , Y_i) を代入して、AGA パラメータ (S_x , S_y , θ_x , θ_y , B_x , B_y) を求める。

【0039】

続いて、マーク要素 31 の計測再現性とマーク要素 31 の間隔再現性、及び、アライメントマーク 30 の計測再現性の関係を、図 10 を参照して説明する。ここで、図 10 は、アライメントマーク 30 の断面形状とそのアライメント信号の例を示す。同図に示すように、アライメントマーク 30 を構成する 4 つのマーク要素 31 の位置計測値 (X_1 から X_4) より、3 つのマーク要素間隔 (L_1 , L

2, L3)を求めることができる。即ち、以下の数式10乃至12より、マーク要素間隔を求める。

【0040】

【数10】

$$L1(i) = X2(i) - X1(i)$$

【0041】

【数11】

$$L2(i) = X3(i) - X2(i)$$

【0042】

【数12】

$$L3(i) = X4(i) - X3(i)$$

【0043】

本実施形態では、マーク要素31の数を4本にしているが、本発明は、マーク要素の本数を限定せず、マーク要素31の本数はアライメントマーク30の総面積が許される範囲で増減することができる。例えば、n個のマーク要素を用いた場合、(n-1)個のマーク要素間隔のデータが得られる。

【0044】

各マーク要素間隔Lは、アライメントマーク30がウエハ12の前面で均一にできている場合は同一の値として検出されるが、例えば、メタルグレインの影響などでマーク形状にばらつきが生じた場合にはマーク要素間隔にばらつきを生じる。マーク要素間隔のばらつきの標準偏差を σ_L （標本数は、3×計測ショット数）とした場合、各マーク要素31の位置検出値の標準偏差（再現性又は精度を表す） σ_x は、マーク要素間隔が各マーク要素計測値の差分であるから、 σ_x^2

$+\sigma_x^2 = \sigma_L^2$ となる。

【0045】

更にアライメントマークの計測値はマーク要素4個の平均であるから、そのばらつきの標準偏差 σ_{ax} は、 $\sigma_{ax} = \sigma_x / \sqrt{4}$ となる。以上より、マーク要素間隔の再現性 $3\sigma_L$ を用いてアライメントマークの位置検出値のばらつき（再現性又は精度） $3\sigma_{ax}$ は以下の式で表すことができる。なお、 σ の3倍は全体の99.7%を占めるので、一般に標準偏差の3倍で精度（再現性）を議論する。

【0046】

【数13】

$$3\sigma_{ax} = 3\sigma_x / 2 = 3\sigma_L / 2\sqrt{2}$$

【0047】

マーク要素が n 個からなるアライメントマークを用いた場合には、 $3\sigma_{ax}$ は下式で与えられる。

【0048】

【数14】

$$3\sigma_{ax} = \frac{3\sigma_L}{\sqrt{2n}}$$

【0049】

このように、マーク要素間隔の再現性を評価して数式13又は14に代入することにより、直接評価できないアライメントマーク30の位置計測再現性を求めるようにしている。

【0050】

続いて、アライメントマーク30の位置計測再現性（又はマーク要素間隔再現性）と、AGAのサンプルショット数（又は計測ショット数）が、全体のショッ

トのアライメント精度に与える影響を、図 11 及び図 1 を参照して説明する。

【0051】

図 11 は 200 mm ϕ の径と 48 ショットを有するウエハ 12 を示す平面図であり、ウエハ 12 の外周に近い 12 のショット (S1～S12) をサンプルショットとして選択している。このショットレイアウトの場合において、マーク要素間隔再現性とアライメント精度の関係を以下のようなシミュレーションにより求めた。その方法は以下の通りである。

- 1) AGA サンプルショットの数とその位置を決定する。
 - 2) 各サンプルショットの各マーク要素 31 の計測値として、標準偏差が σ_x の正規乱数を 1 つずつ与える。具体的には、計測値に乱数を代入して、最終的な誤差を見積もる。
 - 3) 各 AGA サンプルショットに対応するアライメントマークの位置をする。
 - 4) 数式 8 及び 9 より、AGA パラメータ (S_x 、 S_y 、 θ_x 、 θ_y 、 B_x 、 B_y) を求める。
 - 5) 4) の AGA パラメータを基に、図 11 の 48 ショットの位置ずれ量を求める。
 - 6) 2) から 5) を繰り返す。
 - 7) 5) で求めた位置ずれ量のばらつき (3σ) を算出する。
 - 8) 1) に戻り、サンプルショット数を変更して、2) から 7) を行う。
- である。

【0052】

このシミュレーションにより求めた計算結果が図 1 である。図 1 の横軸は 2) で与えたマーク要素の計測値のばらつき σ_x を数式 13 により、マーク要素間隔再現性に変換している。図 1 に示すように、AGA のサンプルショット数が同じ場合、マーク要素間隔再現性とアライメント精度は正比例の関係となり、AGA のサンプルショット数が多く成る程、その傾きが緩くなっている。サンプルショット数が多くなるほど、傾きが緩くなる理由は、AGA パラメータ (S_x 、 S_y 、 θ_x 、 θ_y 、 B_x 、 B_y) を算出する際のサンプル数が多くなるため、平均化効果によるものである。図 1 に示すように、例えば、ユーザーが要求するアライ

メント精度が15 nmであり、マーク要素間隔再現性が25 nmである場合は、AGAサンプルショットは4ショットで良く、マーク要素間隔再現性が50 nmの場合は、AGAサンプルショットは12ショット必要となる。

【0053】

以上が、マーク要素間隔再現性と、装置ユーザーが必要とするアライメント精度が与えられると、必要なサンプルショット数を決定することが可能であることの詳細な説明である。

【0054】

続いて、マーク要素間隔再現性からAGAのサンプルショット数の決定方法を具体的に説明する。サンプルショット数の決定方法としては、以下の2種類がある。

【0055】

第1の方法は、マーク要素31の計測値として正規乱数を与えて統計計算を実行し、アライメント精度を算出する方法である。この方法は、先のシミュレーションと同様にして、各サンプルショット数において、マーク要素間隔再現性とアライメント精度の関係を求め、図1のような比例式を求め、必要とするアライメント精度からサンプルショット数を決定する方法である。図1に示すように、マーク要素間隔再現性とアライメント精度の関係は比例関係にあるため、マーク要素31の計測値のばらつきとして与える正規乱数の標準偏差としては1通り（例えば、 $3\sigma_x = 20\text{ nm}$ ）だけでよい。

【0056】

このように、AGA計測に先立って、露光ショット情報、AGAサンプルショット情報に基づいて、マーク要素間隔再現性とアライメント精度の関係式を求めた後、AGA計測を行う（AGAシーケンスの詳細は後述する）。

【0057】

AGA計測では、予め決められたサンプルショット数 m のアライメントマークのマーク要素31の位置を検出する。検出結果から、数式10乃至12からマーク要素間隔を計算し、その標準偏差 $3\sigma_L$ を計算する。この際、マーク要素間隔 L_1 乃至 L_3 毎に平均値を算出し、その平均値からの差分値のばらつきを求める

方が、アライメントマークを構成するマーク要素の設計誤差（レチクル描画誤差）の影響を受けないので好ましい。即ち、以下の数式 15 乃至 17 を利用して、 $dL1(i)$ 、 $dL2(i)$ 、 $dL3(i)$ を標本として、その標準偏差を計算してマーク要素間隔再現性 σ_L とする。この値を上述の計算式（図 1 の関係式）に代入して、必要なサンプルショット数を決定する。

【0058】

【数 15】

$$dL1(i) = L1(i) - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m L1(i)$$

【0059】

【数 16】

$$dL2(i) = L2(i) - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m L2(i)$$

【0060】

【数 17】

$$dL3(i) = L3(i) - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m L3(i)$$

【0061】

第 1 の方法によると、より厳密にマーク要素間隔再現性とアライメント精度の関係が求まるが、正規乱数を発生させるなど余分に計算時間を要するという短所もある。

【0062】

第2の方法は、予め以下のような算出式を決めておいて、この算出式に基づいて、必要なサンプルショット数を決定するものである。この算出式の導出方法を説明しておく。1つのアライメントマークの計測再現性（精度）をM1とし、マーク間隔再現性をMrとすると数式14より、以下の数式18が得られる。

【0063】

【数18】

$$M1 = \frac{Mr}{\sqrt{2Nm}}$$

【0064】

ここで、Nmは、アライメントマーク30に含まれるマーク要素31の数である。

【0065】

また、1つのアライメントマーク30の計測再現性がM1の時、Ns個（Nsは3以上の自然数）のサンプルショットでAGAを行った場合のアライメント精度Arは次式のような近似的に表すことができる。

【0066】

【数19】

$$Ar = M1 \cdot \sqrt{3/Ns}$$

【0067】

数式19は、サンプルショットNsが3個の場合は平均化効果がなく、1つのアライメントマークの計測再現性に等しい値となることを示し、Nsが4個以上になると平均化効果で、1つのアライメントマークの計測再現性より全体のアライメント精度が良くなることを意味している。

【0068】

数式 18 及び 19 から、マーク間隔再現性を M_r とアライメント精度 A_r の関係式は、数式 20 のようになる。

【0069】

【数 20】

$$A_r = M_r \cdot \sqrt{3/(2N_s N_m)}$$

【0070】

【数 21】

$$N_s \geq [3/(2N_m)] \cdot (M_r / A_r)^2$$

【0071】

従って、必要なアライメント精度 A_r を満たすサンプルショット数 N_s は、数式 21 を満たす最も小さい自然数を選ぶようにしている。数式 21 の右辺は、 N_m 、 M_r 、 A_r の関数として、 $\alpha \cdot f(N_m, M_r, A_r)$ と表すことができ、ここで α は A G A 計測ショット数やショット配置により決定される補正係数であり、数式 21 では 1.5 になるが、この値を標準値として使用して、スループットよりアライメント精度を優先したい場合には、 α の値を大きく設定することができる。なお α の設定範囲は 1.0 から 3.0 の範囲で設定可能である。

【0072】

次に、本実施形態の露光装置 1 の露光シーケンスを、図 12 を参照して説明する。まず、ウエハを搬送し（ステップ S1）、プリアライメントにより、アライメント光学系 15 の検出範囲にウエハ 12 上のアライメントマーク 30 が入るようにウエハ 12 を露光装置 1 に対してアライメントし（ステップ S2）、その後、A G A を行う（ステップ S3）。かかる A G A は、後で詳細に説明する。A G A により、露光装置 1 に対してウエハ 12 を位置決めした後、露光する（ステップ S4）。ウエハ上の全てのショットが露光されると、露光済みのウエハは露光装置から搬出され（ステップ S5）、未露光ウエハがあるかどうかを判断し（ス

テップ S 6)、未露光ウエハがある場合には、ステップ S 1に戻り、未露光ウエハが無くなるまで繰り返す。

【0 0 7 3】

続いて、本実施形態の A G A シーケンスを、図 1 3 を参照して詳細に説明する。まず、A G A のサブショット計測を行う（ステップ S 1 0）。このサブショット計測は、図 1 2 に示すプリアライメントにより概略ウエハのアライメントがされているため、この時の計測値は $4\ \mu\text{m}$ 以下となっているが、後のメイン計測での計測値の絶対値がゼロ付近（例えば $100\ \text{nm}$ 以下）になるように追い込むために行うものである。メイン計測での計測レンジを狭くすることにより、アライメントマークの位置ずれに対するマーク位置計測値の非線形誤差や倍率変動誤差の影響を受けにくい。サブショット計測は、ウエハ上例えば 4 ショット分のアライメントマークの位置を計測し、数式 8 及び 9 より第 1 の A G A 補正パラメータを算出する。また、アライメントマークの各マーク要素の位置の計測値からマーク要素間隔を算出し、ユーザーの入力した必要アライメント精度を満たすように、A G A（メイン）のサンプル計測ショット数を決定する。続いて、ステップ S 1 0 で算出した A G A 補正量 1 を利用して、ウエハをアライメントして、ステップ S 1 1 で計算したメイン計測ショット数だけ、サンプルショットの位置を計測し、8, 9 式より A G A 補正量 2 を算出する（ステップ S 1 1）。その後この A G A 補正量 2 に基づいて、ウエハをアライメントして露光動作に移る。

【0 0 7 4】

図 1 4 は更に、スループットを重視した本実施形態の露光装置の露光シーケンスの変形例を示すフローチャートである。まず、ウエハを搬送し（ステップ S 2 1）、プリアライメントにより、次の A G A で使用する光学系 1 5 の検出範囲にウエハ 1 2 上のアライメントマーク 3 0 が入るようにウエハ 1 2 を露光装置 1 に対してアライメントする（ステップ S 2 2）。その後、このウエハがロットの先頭ウエハかどうかを判断し（ステップ S 2 3）、ロットの先頭ウエハであれば、先に説明した方法で、マーク要素間隔再現性評価を行ない（ステップ S 2 4）、A G A サンプルショット数を決定し、露光装置上にその A G A サンプルショット数を記憶する。決定されたサンプルショット数に基づいて、A G A を行ない、ウ

エハを露光する（ステップS26）。ステップS23でロットの先頭ウエハではないと判断されたウエハについては、マーク要素間隔再現性の評価をしないで、ステップS24で露光装置上に記憶されているAGAサンプルショット数に基づいてAGAを行ない（ステップS25）、ウエハを露光する（ステップS26）。露光済みのウエハは露光装置1の外に搬出され（ステップS28）、最終ウエハかどうかを判断して（ステップS28）、最終ウエハでなければ、ステップS21に戻る。これにより、ロットの先頭ウエハでのみサンプルショット数の決定の作業が入ることになり、アライメント時間が余分に掛かることを防ぐことが可能である。

【0075】

このように、各マーク要素31の位置を検出し、マーク要素31の間隔を算出し、マーク間隔再現性を評価することにより、装置自らアライメントマーク30の計測値の確からしさを評価し、必要とされるアライメント精度に合わせてAGAの計測ショット数を自動的に決定することが可能となる。また、本実施形態では、アライメントマーク30の計測再現性のために、マーク要素31の間隔計測値のばらつき量として、標準偏差 σ を用いる方法を説明したが、マーク要素31の間隔計測値のばらつき量のレンジ（最大値－最小値）を用いても同様の効果が得られる。

【0076】

次に、本発明の第2の実施形態を説明する。アライメントマーク30の形状及びアライメント検出系15乃至17は第1の実施形態と同じであり、アライメントマーク30の位置検出精度の算出方法が異なる。また、位置検出精度を求めた後のAGAのサンプルショット数の決定方法及び露光方法についても第1の実施形態と同じであるので説明は省略する。本実施形態のアライメントマーク30の位置検出精度の算出方法を、図15を参照して説明する。

【0077】

図15において、信号出力のマーク要素番号1の計測値をX1、マーク要素番号2の計測値をX2、マーク要素番号3の計測値をX3、マーク要素番号4の計測値をX4とする。また、アライメントマーク計測値をXm（＝（X1＋X2＋

$X3 + X4) / 4)$ とし、マーク要素間隔の設計値を M_p とする。

【0078】

第1の実施形態において、アライメントマーク30の検出精度を評価する精度評価値としてマーク要素31の間隔を用いたが、本実施形態ではその精度評価値として、全マーク要素位置計測値の平均値 X_m (=アライメントマーク30の計測値) と各マーク要素31の位置との差分値(距離)を使用している点が異なるので、この部分について詳細に説明する。

【0079】

はじめに数ショットのアライメントマーク30を計測し、次式のようにアライメントマーク計測値 X_m と各マーク要素位置計測値との距離の設計値からの差を算出する。

【0080】

【数22】

$$dL1'(i) = X_m(i) - X1(i) - 1.5M_p$$

$$dL2'(i) = X_m(i) - X2(i) - 0.5M_p$$

$$dL3'(i) = X3(i) - X_m(i) - 0.5M_p$$

$$dL4'(i) = X4(i) - X_m(i) - 1.5M_p$$

【0081】

数式22の係数1.5、0.5は、図15に示すように、マーク中心からの距離を示している。ここで、 i はAGA計測ショット番号である。次に、 $dL1'(i)$ 、 $dL2'(i)$ 、 $dL3'(i)$ 、 $dL4'(i)$ を標本として、その標準偏差 $\sigma_{L'}$ を算出する。本実施携帯の場合の標準偏差 $\sigma_{L'}$ とアライメントマーク計測再現性 σ_{ax} の関係は、各マーク要素位置計測再現性を σ_x とすると、 $\sigma_{L'}^2 = \sigma_x^2 + \sigma_{ax}^2$ 、 $\sigma_{ax} = \sigma_x / 2$ の関係から次式で表すことができる。

【0082】

【数 2 3】

$$3\sigma_{ax} = \frac{3\sigma L'}{\sqrt{5}}$$

【0083】

マーク要素が n 個からなるアライメントマークを用いた場合には次式となる。

【0084】

【数 2 4】

$$3\sigma_{ax} = \frac{3\sigma L'}{\sqrt{n+1}}$$

【0085】

従って、本実施形態では、1つのアライメントマークの計測再現性（精度）を $M1$ とし、精度評価値（アライメントマーク計測値 M_p と各マーク要素位置計測値との距離の設計値からの差の再現性）を M_r とすると数式 2 4 より、次式が導かれる。

【0086】

【数 2 5】

$$M1 = \frac{Mr}{\sqrt{Nm+1}}$$

【0087】

ここで、上述のように、 Nm はアライメントマーク 30 に含まれるマーク要素 31 の数である。また、1つのアライメントマークの計測再現性が $M1$ の時、 Ns 個（ Ns は 3 以上の自然数）のサンプルショットで AGA を行った場合のアライ

メント精度 A_r は数式 19 で表されるため、数式 25 と 19 から、精度評価値再現性 M_r とアライメント精度 A_r の関係式は次式で与えられる。

【0088】

【数 26】

$$Ar = -\sqrt{3 / [(Nm + 1) \cdot Ns]} \cdot Mr$$

【0089】

従って、必要なアライメント精度 A_r を満たすサンプルショット数 N_s は次式を満たす最も小さい自然数を選ぶようにしている。

【0090】

【数 27】

$$Ns \geq [3 / (Nm + 1)] \cdot (Mr / Ar)^2$$

【0091】

更に本実施例では、図 15 に示すように、アライメントマーク 30 が等しいピッチ M_p で並ぶ場合を示したが、各マーク要素間の間隔の設計値が異なるマークについても同様に適用できる。

【0092】

次に、本発明の第 3 の実施形態を、図 16 を参照して説明する。ここで、図 16 は、本発明の第 3 の実施形態である重ね合わせ検査装置の主要構成要素を示す光路図である。重ね合わせ検査装置とは、第 1 パターン上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 パターンが形成されたウエハの前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの重ね合わせ状態を検査する装置のことである。光源 58 からの照明光は、ビームスプリッタ 59 で反射し、レンズ 60 を通り、ウエハ 12 上の重ね合わせ検査マーク 50 を照明する。重ね合わせ評価マーク 50 からの回折光はレンズ 60

、ビームスプリッタ 59、レンズ 61 を通り、ビームスプリッタ 62 で分割され、それぞれエリアセンサー 63 及び 64 で受光させる。ここで、重ね合わせ評価マーク 50 は、レンズ 60 及び 61 により、100 倍程度の結像倍率で拡大され、エリアセンサー 63 及び 64 に結像される。エリアセンサー 63 及び 64 はそれぞれ、重ね合わせ検査マーク 50 の X 方向のずれ計測用、重ね合わせ検査マーク 50 の Y 方向のずれ計測用になっており、光軸に対して 90 度回転させて設置している。ウエハ 12 は、ウエハチャック 51 に保持され、XY ステージ 52 により、ウエハ 12 上の所定の位置を検出系 15 に対して位置決め出来るようにしている。X/Y 方向の計測原理は同じなので、X 方向の位置計測について説明する。

【0093】

重ね合わせ検査マークはウエハ上の各ショットのスクライブライン上に設けられ、例えば、図 17 に示す形状を有する。図 17 において、半導体製造工程の前工程のレイヤーの位置を示す下地マークとして計測マーク 50a を X 方向に $30\mu\text{m}$ ピッチで 2 個並べたものを使用している。計測マーク 50a は、計測方向である X 方向に $1\mu\text{m}$ 幅、非計測方向である Y 方向に $15\mu\text{m}$ の矩形マーク要素 50e が $5\mu\text{m}$ ピッチで 4 個並んだ構成となっている。

【0094】

また、前工程の評価マークに対して位置決めされた後に現在のレイヤーの位置を示すマークとして、下地マーク 50a の内側に X 方向に $1\mu\text{m}$ 幅、非計測方向である Y 方向に $7\mu\text{m}$ の矩形のマーク 50b を $10\mu\text{m}$ ピッチで 2 本並べたものを使用している。下地マーク 50a は半導体プロセスで作製されたエッチングマークで、現在のレイヤーの位置を示す 50b マークはレジストパターンである。前レイヤーの位置 $X_m a$ は、2 つの計測マーク 50a の計測値の中心位置として求め、現レイヤー（レジストパターン）の位置 $X_m b$ は、2 つの矩形マーク 50b の計測値の平均位置として求める。従って、前レイヤーに対する現レイヤーの位置ずれは、2 つの計測マーク 50a の計測値の中心位置に対して、2 つの矩形マーク 50b の計測値の平均位置の差 (d_x) を求めることにより行われる。y 方向についても同様に、x 方向用の計測マーク 50a, 50b を 90 度回転した

計測マーク 50 a y, 50 b y の位置を計測して、2つの計測マーク 50 a y の中心位置に対する 2つの計測マーク 50 b y の中心位置のずれ量 (d y) を求めることにより行う。

【0095】

計測マーク 50 b 及び 50 b y はレジストパターンなので、極めて形状の整ったショット間でばらつきの無い計測マークであるため、非常に検出精度 (再現性) が良い。一方、計測マーク 50 a 及び 50 a y は半導体プロセスの影響を受けやすく、その形状がショット間やウエハ間でばらつくことが多い。

【0096】

本発明の重ね合わせ検査装置では、第1実施形態で説明したグローバルアライメントと同様に、ウエハ上の全ショットを全て計測するのではなく、予め決められた3ショット以上の複数のショット内の計測マークを検出して、前レイヤーに対する現レイヤーの位置ずれ (d x (i), d y (i)) = (X m b (i) - X m b (i)) を求めて (ここで i はショット番号)、数式 8 及び 9 の x i、y i にそれぞれ、d x (i), d y (i) の値を代入して、補正パラメータ (S x、S y、θ x、θ y、B x、B y) を求めている。露光装置 1 のアライメント方式はグローバルアライメント方式が一般的であり、重ね合わせ検査装置もそれに合わせて、前レイヤーのショット配列に対して、現レイヤーの配列誤差をグローバルアライメントの補正パラメータと同じ次元で出力するようにしている。

【0097】

ここで、2つの計測マーク 50 a の計測値の平均値 X m a の計測精度 3 σ a x と、計測マーク 50 a の計測再現性 σ x、計測マーク 50 a を構成するマーク要素 1 本の計測再現性 σ e 及びマーク要素間隔の再現性 σ L の関係を示す。マーク要素間隔は、マーク要素の計測値の差分であるから次式で与えられる。

【0098】

【数 28】

$$\sigma L^2 = \sigma e^2 + \sigma e^2$$

【0099】

計測マーク 50a の計測値は、マーク要素計測値の 4 つの平均値であるから、次式が成立する。

【0100】

【数 29】

$$\sigma_x = \sigma_e / 2$$

【0101】

この 2 つの計測マークの平均位置が前レイヤーのマーク位置 X_{ma} になるので次式で表すことができる。

【0102】

【数 30】

$$3\sigma_{ax} = 3\sigma_x / \sqrt{2}$$

【0103】

数式 26 乃至 28 から、前レイヤーのマーク位置の検出精度と、マーク要素間隔再現性の関係式は以下のようなになる。

【0104】

【数 31】

$$\sigma_{ax} = \sigma_L / 4$$

【0105】

従って、前レイヤーのマーク位置の検出精度はマーク要素間隔再現性の $1/4$ の値となり、マーク要素間隔再現性を評価することにより、計測値の確からさ（精度）を装置自身が自己評価できる。

【0106】

続いて、マーク要素間隔再現性の算出方法を説明する。第1に、ウエハ上の数ショットの計測マークを計測して、前レイヤーの計測マーク50a, 50ayの各ショット、各マーク要素間の間隔を求める。続いて、その間隔計測値から各マーク要素間隔の設計値（本実施例では、5μm）を差し引いた後に、それらの値のばらつきの幅（標準偏差σL）を求めている。1ショット当りの計測再現性（精度）をM1とし、マーク間隔再現性をMrとすると数式31より、次式が成立する。

【0107】

【数32】

$$M1 = Mr / 4$$

【0108】

また、1ショット当りの計測再現性がM1の時、Ns個（Nsは3以上の自然数）の計測ショットで重ね合わせ検査をした場合の重ね合わせ検査精度Krは数式19と同様に、次式のように表すことができる。

【0109】

【数33】

$$Kr = M1 \cdot \sqrt{3/Ns}$$

【0110】

数式32と33から、マーク要素間隔再現性Mrと重ね合わせ検査精度Krの関係式は次式のようになる。

【0111】

【数34】

$$Kr = Mr \cdot \sqrt{3/(8Ns)}$$

【0112】

従って、必要な重ね合わせ検査精度 K_r を満たす、計測ショット数 N_s は次式を満たす最も小さい自然数となる。

【0113】

【数35】

$$N_s \geq 3/8 \cdot (M_r / K_r)^2$$

【0114】

例えば、マーク要素間隔再現性 M_r が 10 nm で、重ね合わせ検査精度 K_r が 2 nm 必要な場合は、数式 35 は、最低限必要な計測ショット数は 10 ショットとなる。

【0115】

図 18 に本重ね合わせ検査装置の計測シーケンスを示す。ユーザーが必要な重ね合わせ検査精度を装置に登録し（ステップ S 31）、続いて 4 ショット分の計測マークの計測を行う（ステップ S 32）、続いて、この 4 ショット分の各マーク要素の計測位置からマーク要素間隔再現性を評価する（ステップ S 33）。マーク要素間隔再現性の値を基に、必要な計測ショット数を式 31 より判断する（ステップ S 34）。ステップ S 34 で計測精度が、S 31 で登録された精度を満たす場合は、4 ショット分の計測値を元に、重ね合わせ計測結果（ S_x 、 S_y 、 θ_x 、 θ_y 、 B_x 、 B_y ）を記憶して終了する。ステップ S 34 で計測精度が不十分と判断された場合は、追加で必要な計測ショット数を算出し、ステップ S 36 で追加ショットの計測を行う（ステップ S 35）。追加計測ショットの計測値を含めて求めた重ね合わせ計測結果（ S_x 、 S_y 、 θ_x 、 θ_y 、 B_x 、 B_y ）を記憶して計測を終了する。

【0116】

本実施形態は、グローバルアライメントを実行する上で、ショット間のアライメントマークの構造にばらつきがある場合においても、ユーザーの要求するアラ

イメント精度を実現できる最低限必要なアライメント計測ショット数を自動的に算出するようにしているので、スループット低下を最小現に抑えると共に、半導体プロセスによるアライメントマークの構造変化などに影響を受けにくくなり、要求アライメント精度を満たすことができ、半導体素子製造工程において歩止まりを向上させることができる。また、アライメントマークの形状を安定化させるために必要だった半導体プロセスの条件だしの時間を短縮化できるため、半導体素子製造の生産性も向上させることができる。更に、本実施形態を半導体製造工程で使用する重ね合わせ検査装置に適用した場合には、半導体プロセスによる重ね合わせ検査マークのばらつきによる計測エラーを減少させることができ、より正確に良品・不良品の判別が出来るとともに、その計測値を露光装置にオフセットとして反映させることで、重ね合わせ精度を向上させることができる。

【0117】

以上、本発明の実施の形態を説明してきたが、本発明はこれらの実施の形態に限定されず、その要旨の範囲内において様々な変形及び変更が可能である。

【0118】

本出願は更に以下の事項を開示する。

【0119】

(実施態様1) 複数のショットを有する被露光体をレチクルに対してアライメントする方法において、

第1の数の前記ショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第1の検出ステップと、

前記第1の検出ステップの検出結果に基づいて、所定のアライメント精度を満足するために前記ショットの全数よりも小さい第2の数を決定する決定ステップと、

前記第2の数のショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第2の検出ステップと、

前記第2の検出ステップの検出結果に基づいて前記被露光体を前記レチクルに対してアライメントするアライメントステップとを有することを特徴とする方法

。

【0120】

(実施形態2) 前記決定ステップは、前記第1の検出ステップの検出結果から前記アライメントマークの位置検出精度を取得することを特徴とする実施態様1記載の方法。

【0121】

(実施態様3) 前記アライメントマークは複数のマーク要素を含み、
前記決定ステップは、前記第1の検出ステップで検出された前記マーク要素の間隔に基づいて前記第2の数を決定することを特徴とする実施態様1記載の方法。

【0122】

(実施態様4) 前記決定ステップは、前記マーク要素の間隔の再現性を M_r 、前記アライメントマークに含まれる前記マーク要素の本数を N_m 、前記アライメント精度を A_r 、補正係数を α ($1 \leq \alpha \leq 3$) とすると、 $N_s \geq \alpha \cdot (M_r / A_r)^2 / N_m$ を満たす最も小さい自然数 N_s を求めることを特徴とする実施態様3記載の方法。

【0123】

(実施態様5) 前記決定ステップは、前記マーク要素の間隔の再現性を M_r 、前記アライメントマークに含まれる前記マーク要素の本数を N_m 、前記アライメント精度を A_r 、補正係数を α ($1 \leq \alpha \leq 3$)、所定の関数を f とすると、 $N_s \geq \alpha \cdot f(N_m, M_r, A_r)$ を満たす最も小さい自然数 N_s を求めることを特徴とする実施態様3記載の方法。

【0124】

(実施態様6) 前記アライメントマークは複数のマーク要素を含み、
前記決定ステップは、
全ての前記マーク要素の位置の計測値から得られる平均値と前記マーク要素の夫々の位置の計測値との差を求めるステップと、
前記差の再現性を求めるステップを含むことを特徴とする実施態様1記載の方法。

【0125】

(実施態様 7) 複数のショットを有する被露光体をレチクルに対してアライメントする装置において、

前記ショットに対応するアライメントマークを検出する検出手段と、

第 1 の数の前記ショットの夫々に対応するアライメントマークを前記検出手段が検出した結果に基づいて所定のアライメント精度を満足するための第 2 の数を決定する制御部と、

前記第 2 の数のショットの夫々に対応するアライメントマークを前記検出手段が検出した結果に基づいて前記被露光体を前記レチクルに対してアライメントするために移動する移動部とを有することを特徴とする装置。

【0126】

(実施態様 8) 前記所定のアライメント精度を入力可能な入力部を更に有することを特徴とする実施態様 7 の装置。

【0127】

(実施態様 9) 実施態様 8 記載のアライメント装置を有することを特徴とする露光装置。

【0128】

(実施態様 10) 第 1 パターン上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 パターンが形成された複数のショットの前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査方法において、

第 1 の数の前記ショットの夫々に対応する計測マークを検出する第 1 の検出ステップと、

前記第 1 の検出ステップの検出結果に基づいて、所定の重ね合わせ検査精度を満足するために第 2 の数を決定する決定ステップと、

前記第 2 の数のショットの夫々に対応する計測マークを検出する第 2 の検出ステップとを有することを特徴とする方法。

【0129】

(実施態様 11) 第 1 パターン上に膜が形成され且つ該膜上に第 2 パターンが形成された複数のショットの前記第 1 パターンと前記第 2 パターンとの重ね合わせ状態を検査する重ね合わせ検査装置において、



前記ショットに対応する計測マークを検出する検出手段と、

第 1 の数の前記ショットの夫々に対応する計測マークを前記検出手段が検出した結果に基づいて、所定の重ね合わせ検査精度を満足するための第 2 の数を決定する制御部とを有することを特徴とする重ね合わせ検査装置。

【 0 1 3 0 】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明によれば、アライメントマークの検出結果にばらつきがある場合でも、必要なアライメント精度とスループットの両立を可能にする位置検出装置及び方法、並びに、露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 マーク要素間隔再現性とアライメント計測ショット数及びアライメント精度の関係を示すグラフである。

【図 2】 本発明の一実施形態の半導体露光装置を示す概略ブロック図である。

【図 3】 図 2 に示す露光装置に適用可能な、本発明の一実施形態のアライメントスコープを示す概略ブロック図である。

【図 4】 図 2 に示すアライメントマークの一例を示す平面図である。

【図 5】 図 2 に示すアライメントマークの別の例を示す平面図である。

【図 6】 図 4 及び図 5 に示すアライメントマークを光学的に検出した場合の典型的な検出結果を示すグラフである。

【図 7】 図 6 に示す検出結果に適用可能なテンプレートマッチング法を示す図である。

【図 8】 グローバルアライメントを説明するための図である。

【図 9】 線形座標変換と補正残差を示す図である。

【図 1 0】 マーク要素間隔を説明するための図である。

【図 1 1】 サンプルショットの選択方法を示す図である。

【図 1 2】 図 2 に示す露光装置が実行する露光シーケンスを示すフローチャートである。

【図 1 3】 図 1 2 に示すステップ 3 の詳細なシーケンスを示すフローチャ

ートである。

【図 1 4】 図 1 2 に示す露光シーケンス変形例を示すフローチャートである。

【図 1 5】 本発明の別の実施形態を説明するための図である。

【図 1 6】 本発明の重ね合わせ検査装置の構成を示す図である。

【図 1 7】 本発明の重ね合わせ検査装置で使用する計測マークを示す図である。

【図 1 8】 本発明の重ね合わせ検査装置の計測シーケンスを示すフローチャートである。

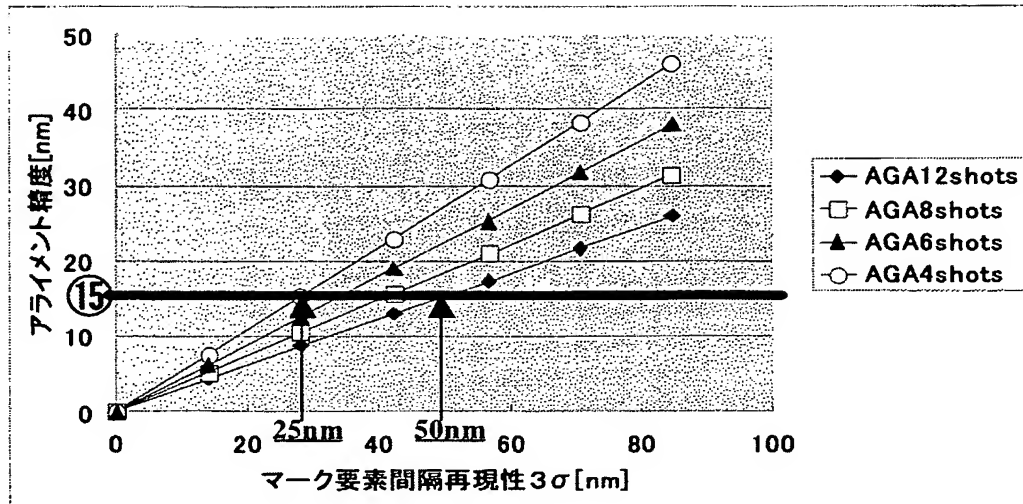
【符号の説明】

1	半導体露光装置
10	レチクル
11	縮小投影光学系
12	ウエハ
13	ウエハチャック
14	ウエハステージ
15	アライメントスコープ
16	アライメント信号処理部
17	中央処理装置
18	アライメント用光源
19、22	ビームスプリッタ
20、21	レンズ
23、24	CCDセンサー
30	アライメントマーク
50	重ね合わせ検査マーク

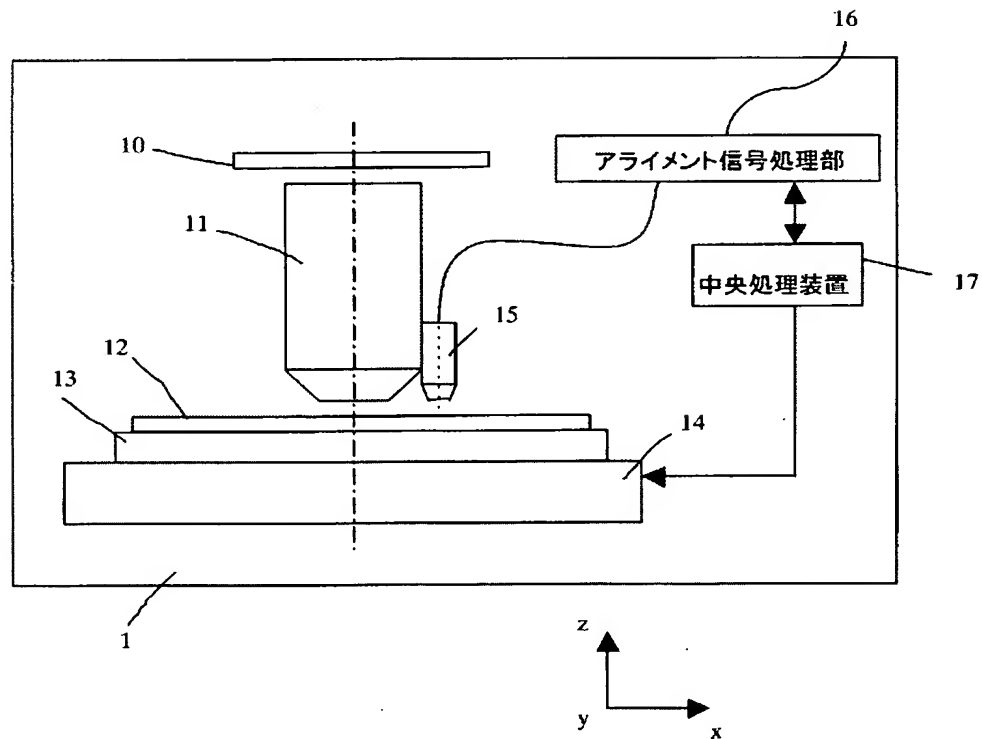
【書類名】

図面

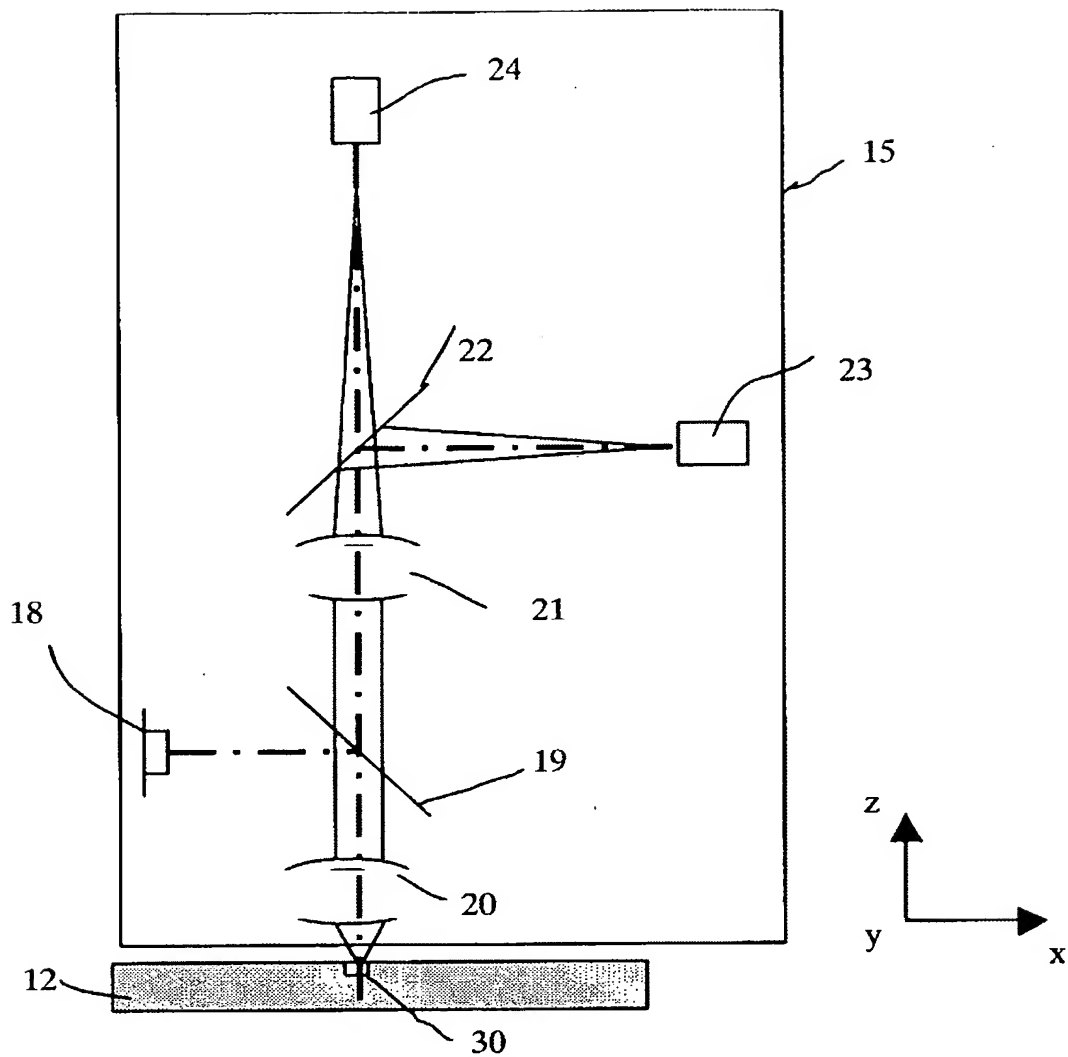
【図 1】



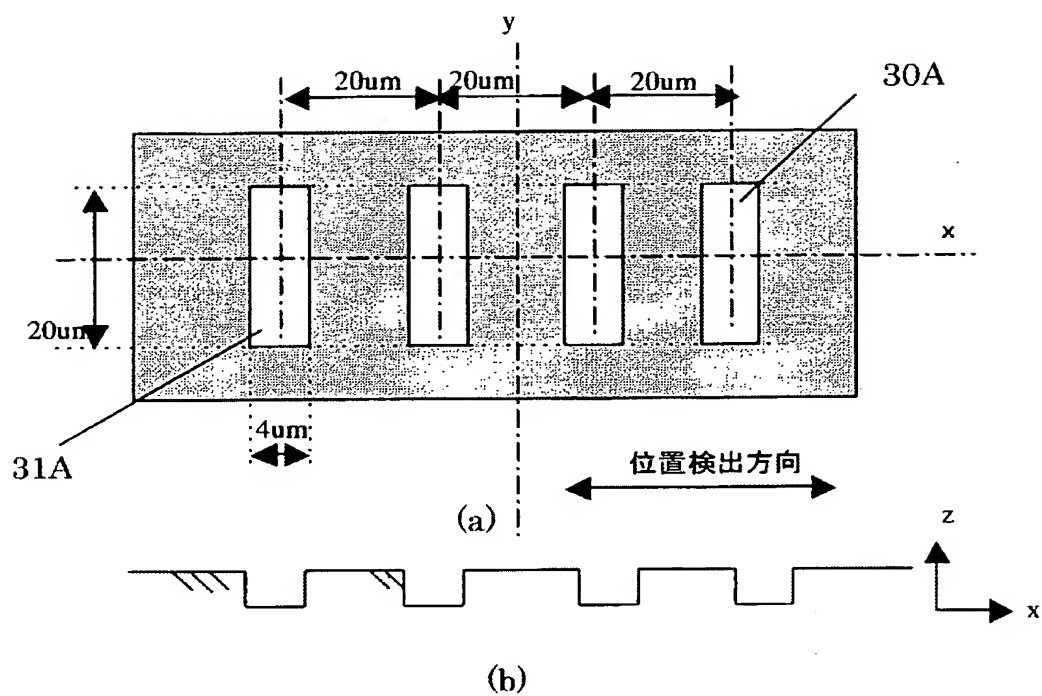
【図 2】



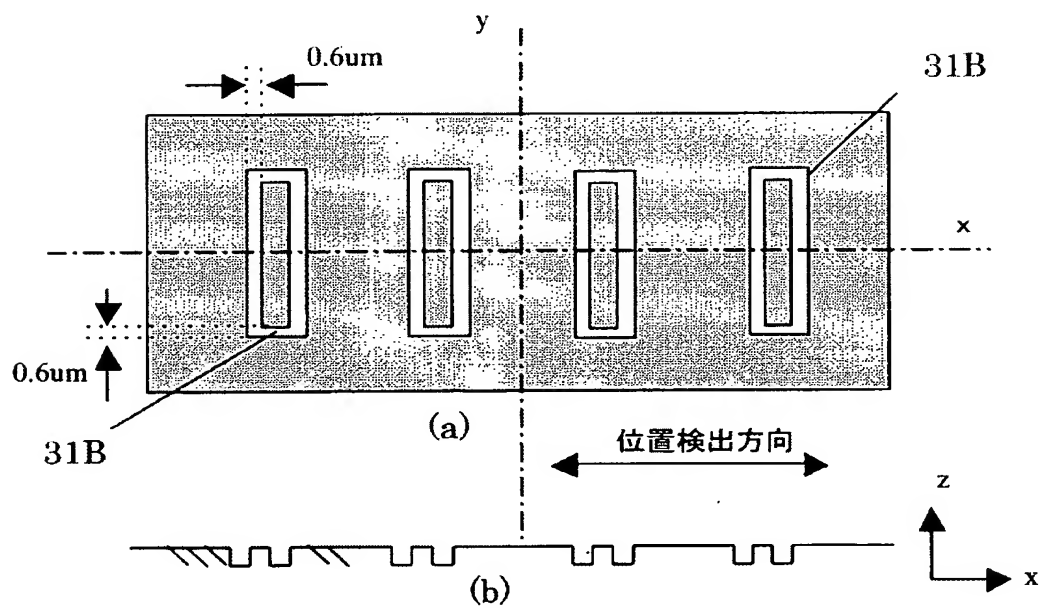
【図 3】



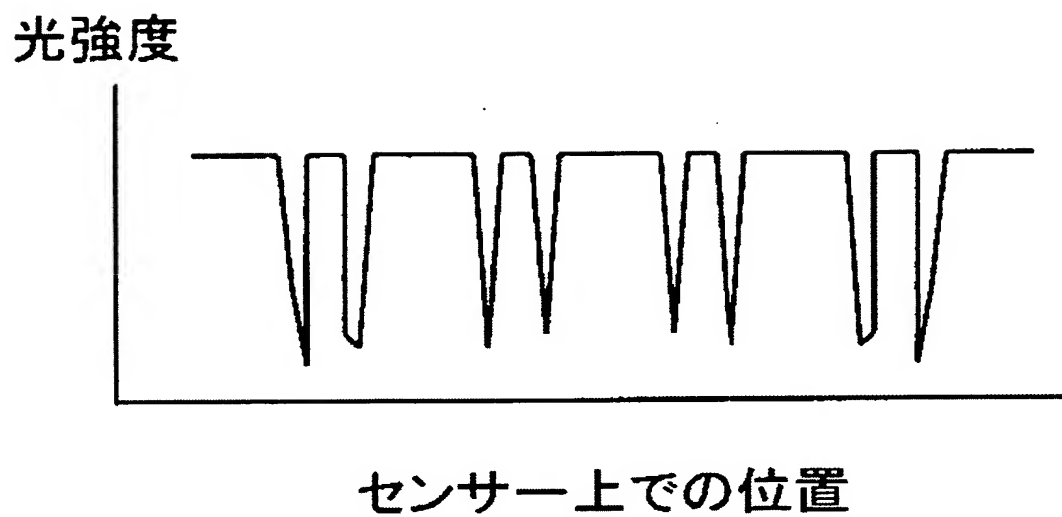
【図 4】



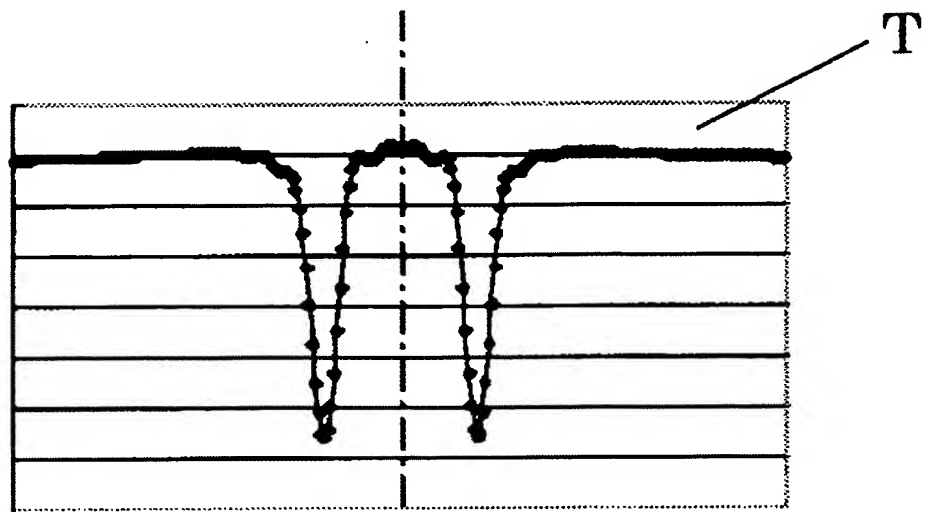
【図 5】



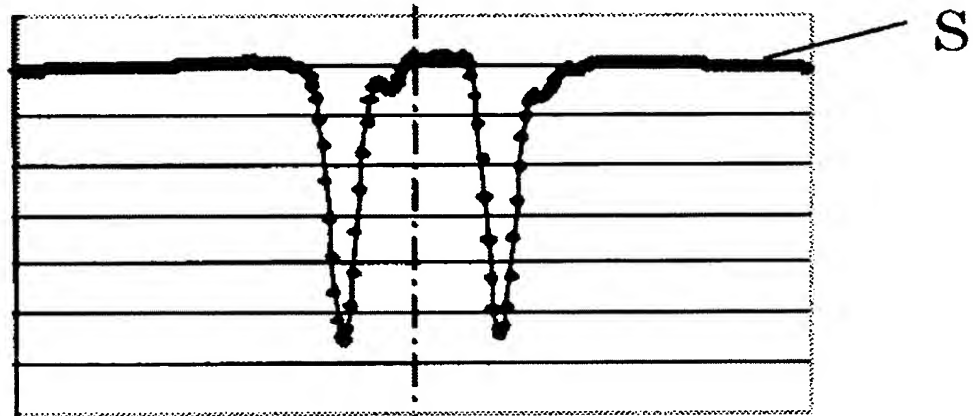
【図 6】



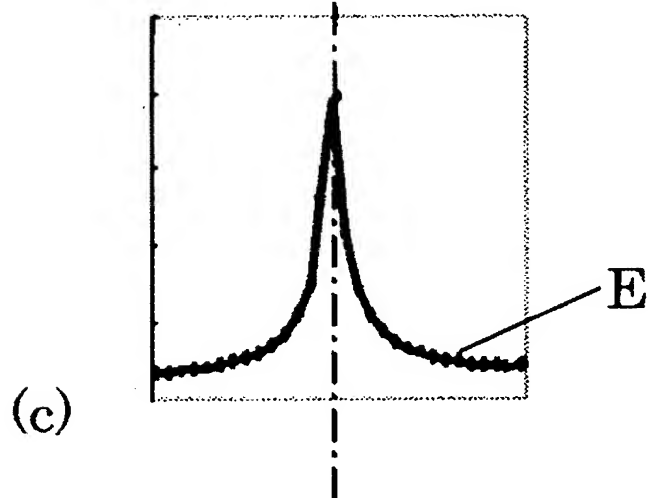
【図 7】



(a)

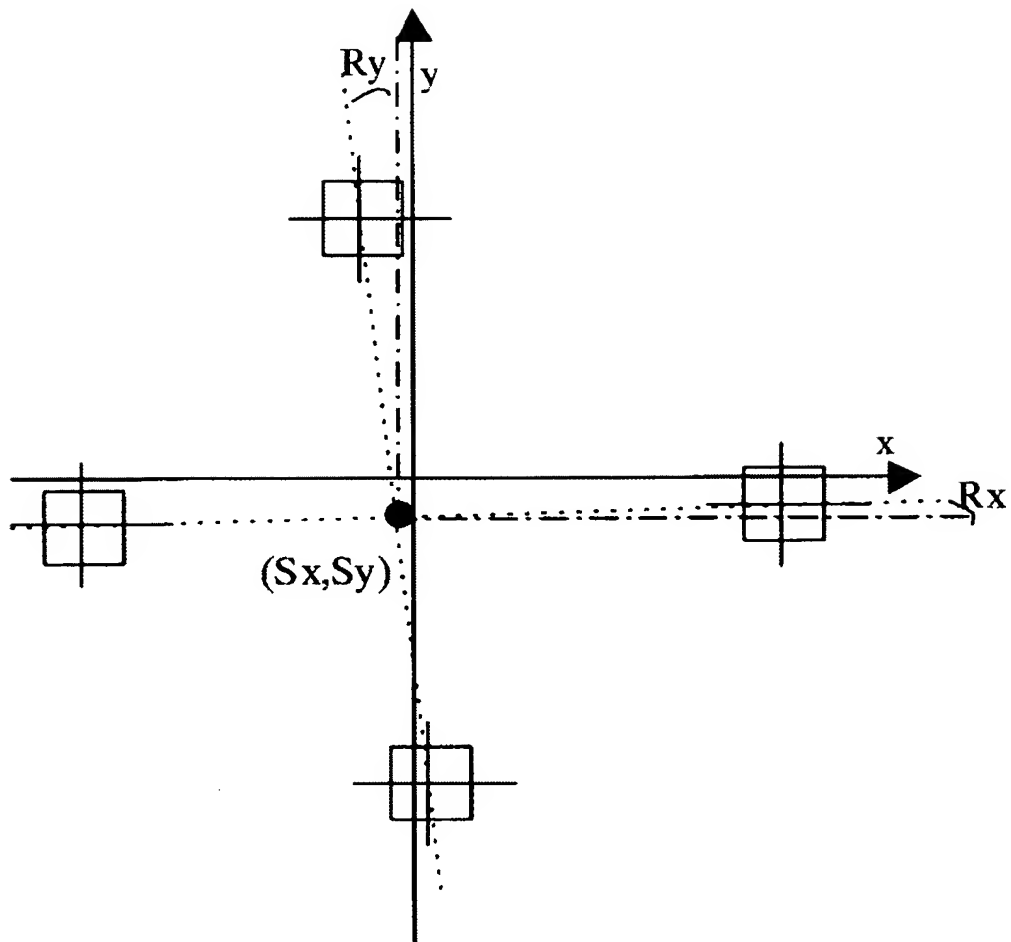


(b)

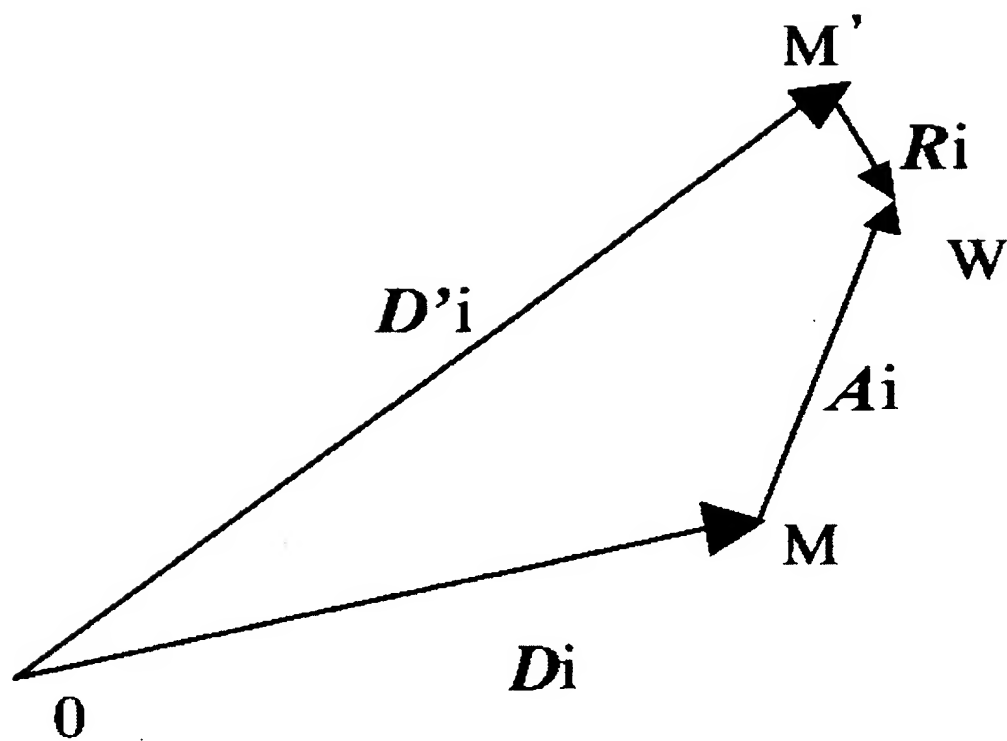


(c)

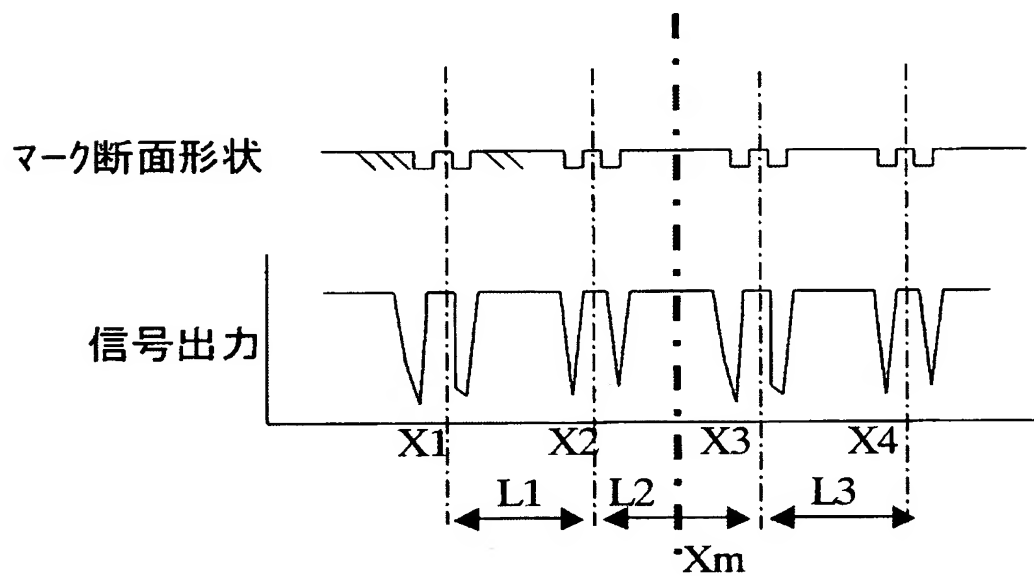
【図 8】



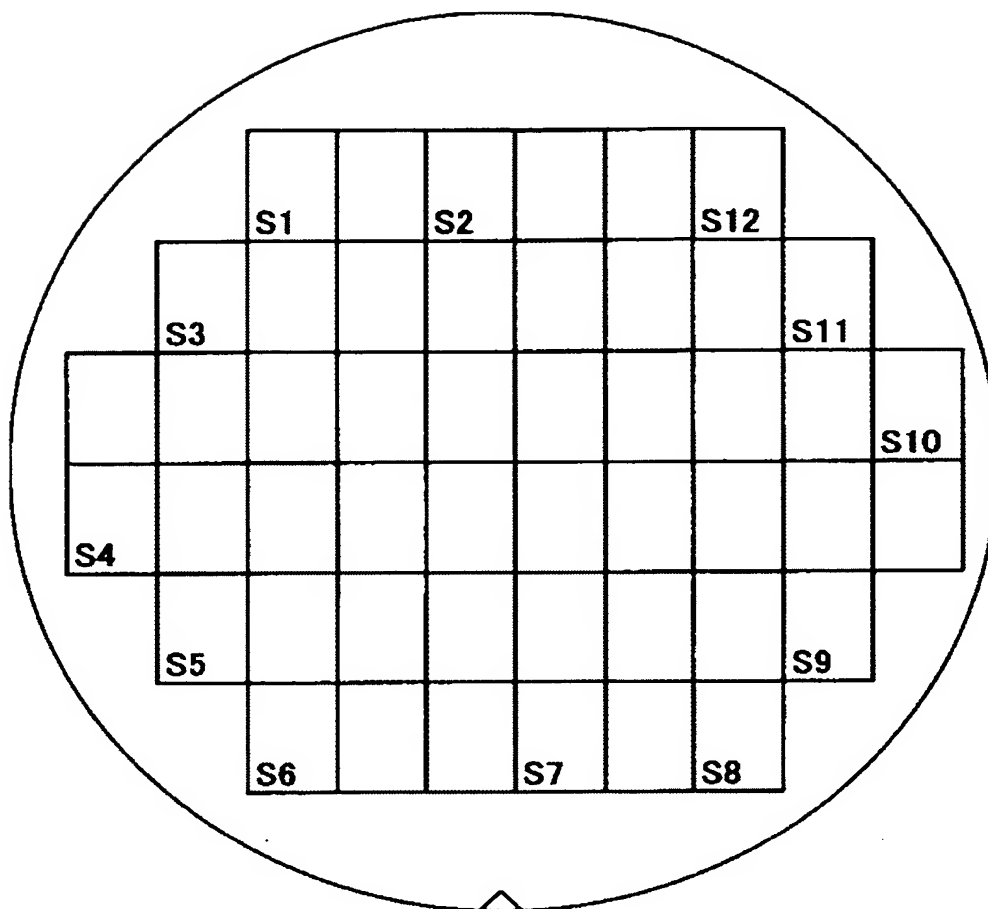
【図 9】



【図 10】



【図 11】



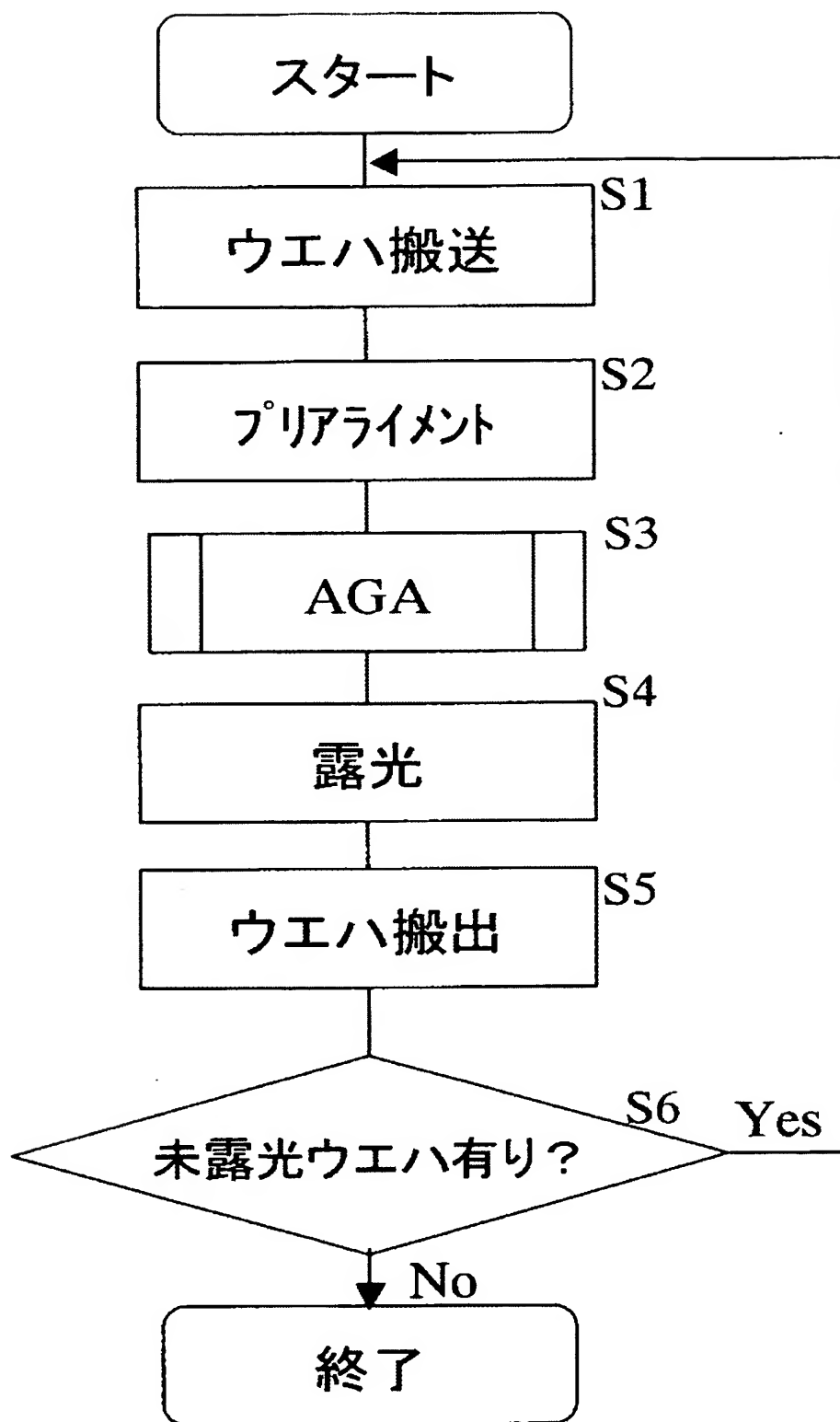
12ショット = {S1~S12}

8ショット = {S1, S3, S4, S5, S8, S9, S10, S11}

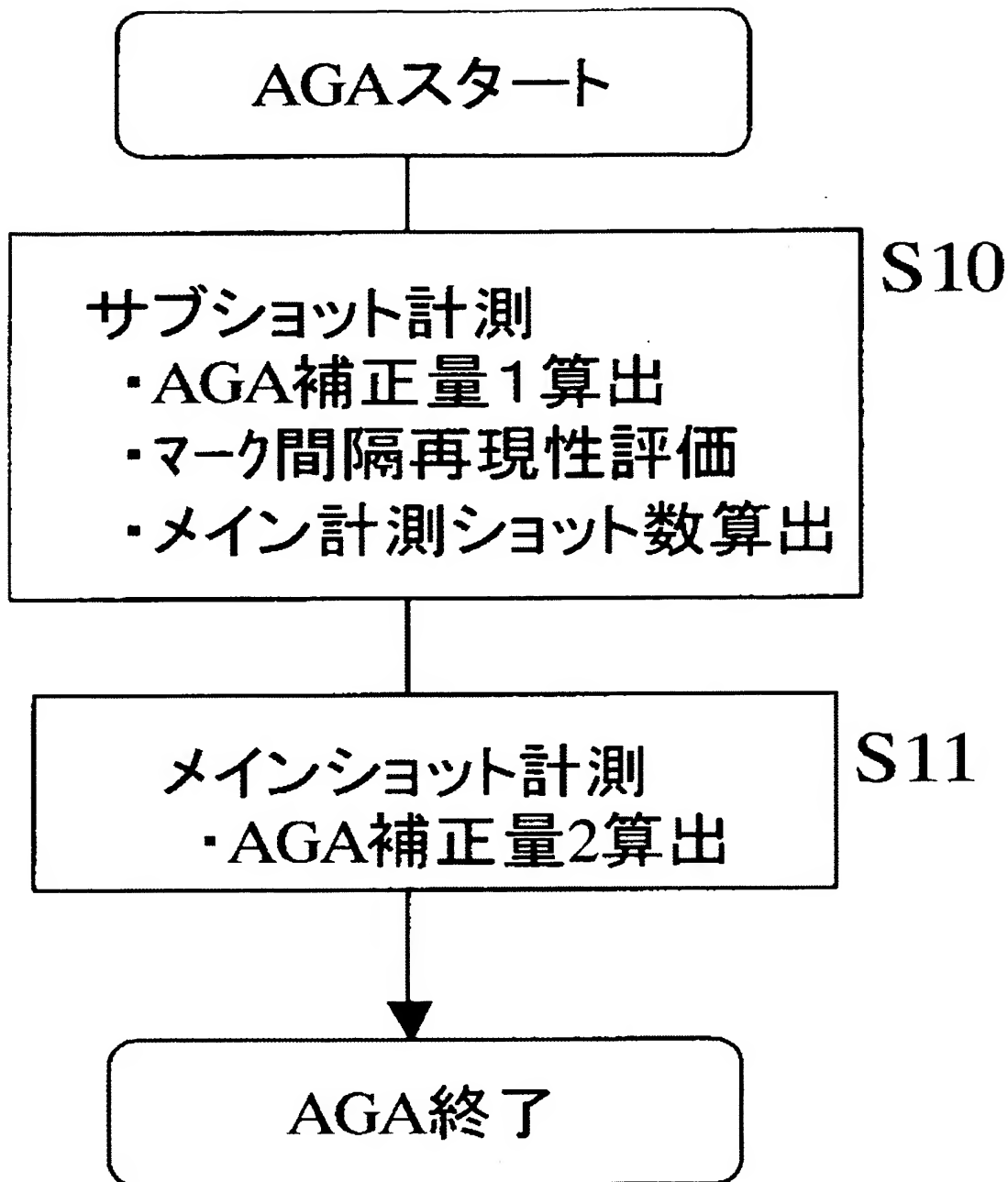
6ショット = {S1, S4, S6, S8, S10, S12}

4ショット = {S1, S5, S8, S11}

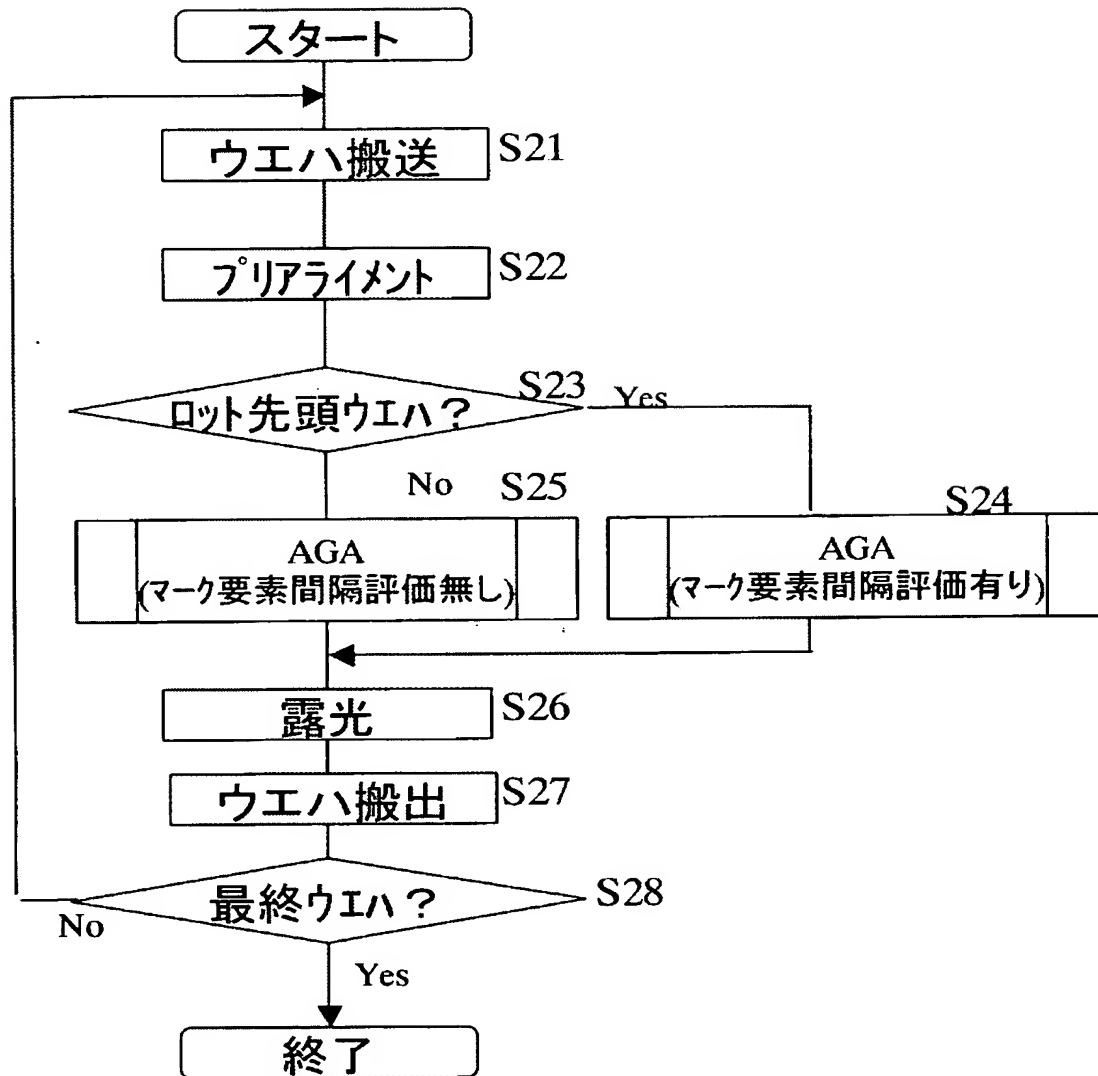
【図 12】



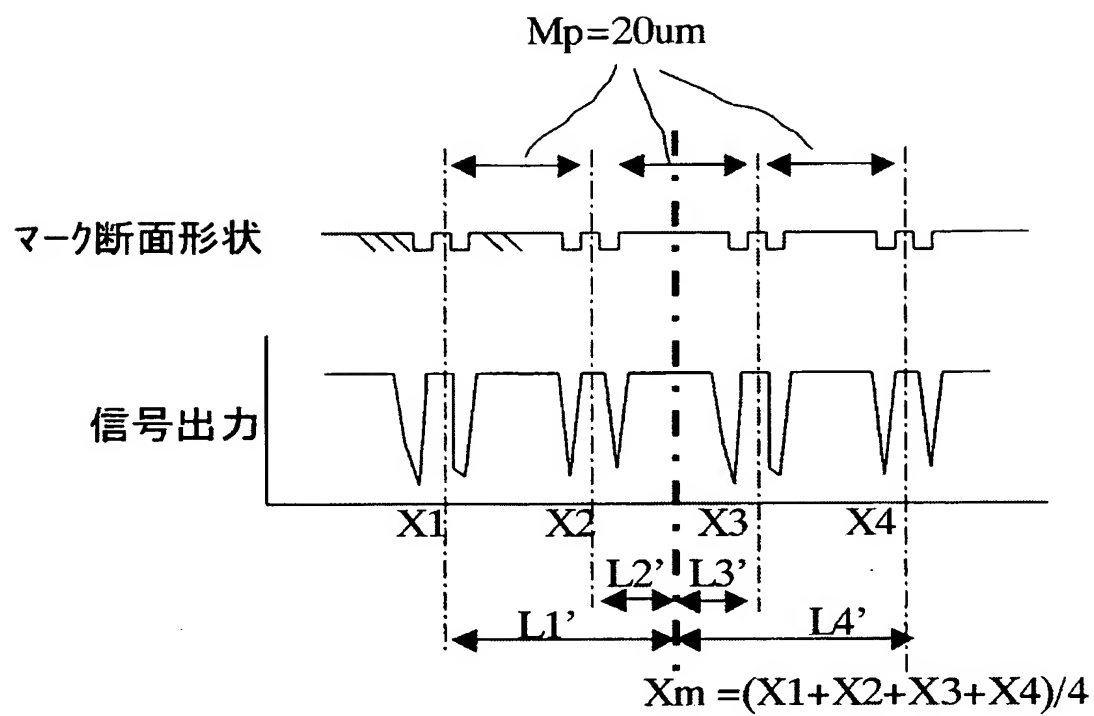
【図 13】



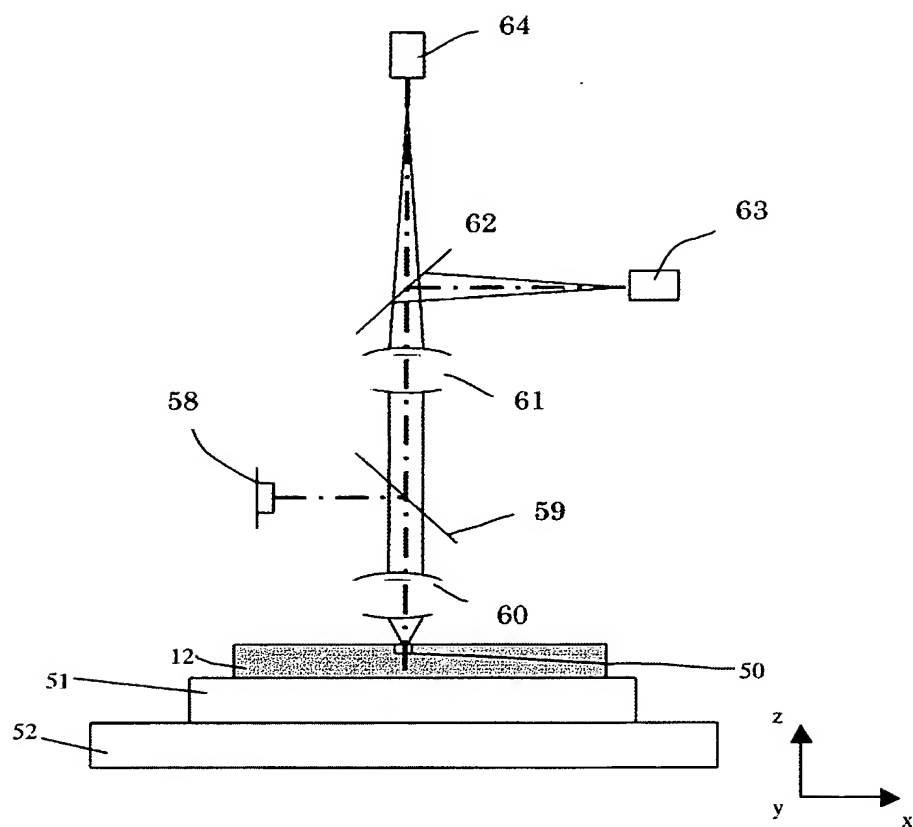
【図 14】



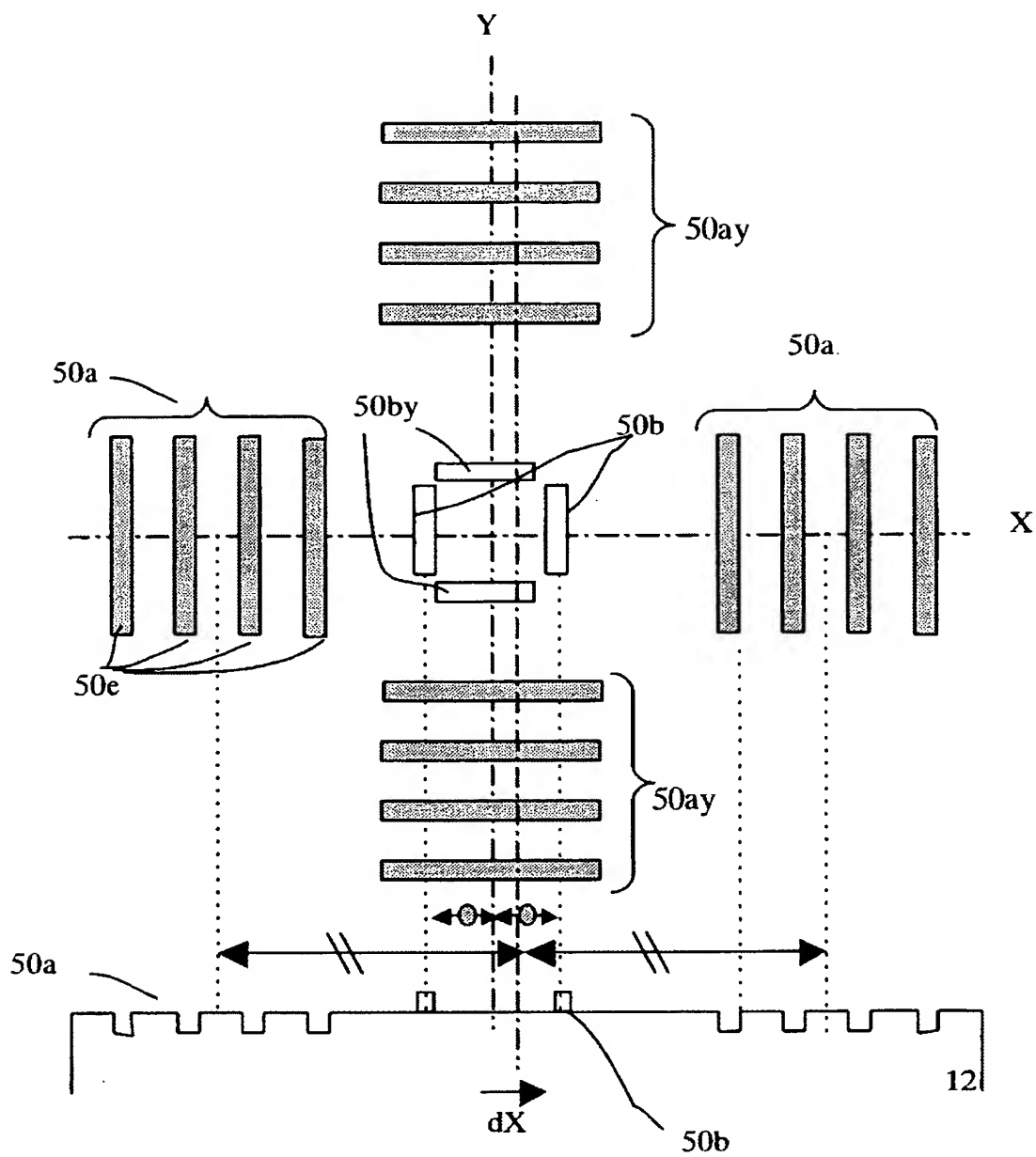
【図 15】



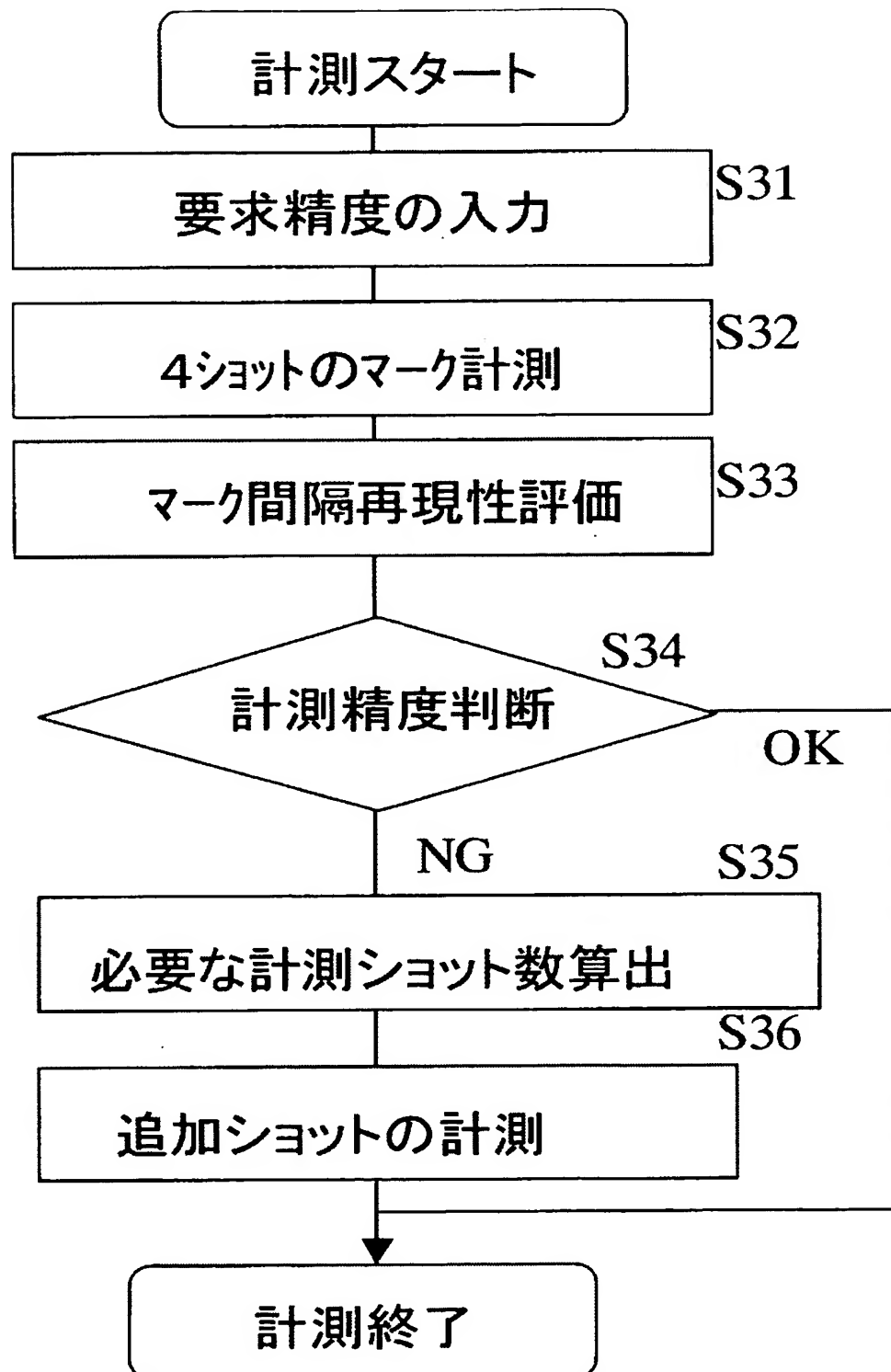
【図 16】



【図 17】



【図 18】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 アライメントマークの検出結果にばらつきがある場合でも、必要なアライメント精度とスループットの両立を可能にするアライメント装置及び方法、並びに、露光装置を提供する。

【解決手段】 複数のショットを有する被露光体をレチクルに対してアライメントする方法において、第1の数の前記ショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第1の検出ステップと、前記第1の検出ステップの検出結果に基づいて、所定のアライメント精度を満足するために前記ショットの全数よりも小さい第2の数を決定する決定ステップと、前記第2の数のショットの夫々に対応するアライメントマークを検出する第2の検出ステップと、前記第2の検出ステップの検出結果に基づいて前記被露光体を前記レチクルに対してアライメントするアライメントステップとを有することを特徴とする方法を提供する。

【選択図】 図1

特願 2 0 0 3 - 0 1 4 0 2 5

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号

氏 名

キャノン株式会社